

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-61198

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>  
B 64 D 13/00識別記号 庁内整理番号  
7812-3D

⑬公開 平成3年(1991)3月15日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭発明の名称 航空機用空気再生装置

⑮特 願 平1-197374

⑯出 願 平1(1989)7月29日

⑰発 明 者 林 宗 浩 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑱発 明 者 斎 藤 英 文 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲出 願 人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

⑳代 理 人 弁理士 赤澤 一博

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

航空機用空気再生装置

## 2. 特許請求の範囲

機内空気を循環させる循環系路と、この循環系路に介設され少なくとも $O_2$ に比してより多量の $CO_2$ を高圧側から低圧側に選択分離する機能を有した分離器と、この分離器の低圧側に接続され分離した $CO_2$ 濃度の高い空気を機外に放出する排気系路とを具備してなり、前記分離器の高圧側から流出した $O_2$ 濃度の高い空気を循環系路を通じて再度機内に供給し得るように構成されたものにおいて、前記分離器の低圧側に、機外の自然空気を導入するための外気導入系路を接続したことを特徴とする航空機用空気再生装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、搭乗者が吐出す呼吸空気を再生して再度搭乗者に供給するための航空機用空気再生装置に関するものである。

〔従来の技術〕

高度に伴って大気の $O_2$ 分圧は低下する。このため、航空機搭乗者に継続して呼吸に必要な $O_2$ を供給するためには、しかるべき手段が必要になる。しかして、一般に小型高性能航空機ではエンジン抽気を $O_2$ 濃縮する濃縮部を設け、民間航空機でも $O_2$ ポンペを搭載する等の設備を搭載している。

しかし、これらの設備は何れも、専ら搭乗者に $O_2$ を供給することのみを目的とし、搭乗者が吐出す空気に対しては何等の措置を講ずるものでもない。このため、搭乗者が吐出した空気はその中に残存する多量の $O_2$ もろとも無造作に廃棄され、結果的に $O_2$ 濃縮部や $O_2$ ポンペで必要以上の $O_2$ を供給しなければならないという不都合があった。

そこで、これらの不都合を解決すべく、本発明者等は先頃、次のような構成からなる空気再生装置を提案した。すなわち、このものは第3図に示すように、キャビンb等に対し機内空気を循環さ

せる循環系路 101 と、この循環系路 101 に介設され、内設した分離膜 102a によって少なくとも  $O_2$  に比してより多量の  $CO_2$  を高圧側 102H から低圧側 102L に選択分離する機能を発揮する分離器 102 と、この分離器 102 の低圧側 102L に接続され分離した  $CO_2$  濃度の高い空気を機外に放出する排気系路 103 とを具備してなり、前記分離器 102 の高圧側 102H から流出した  $O_2$  濃度の高い空気を循環系路 101 を通じて再度機内に供給し得るようにしている。このように構成すると、残存する  $O_2$  を選択的に捕獲して再利用することができるので、濃縮部や  $O_2$  ポンプの負担を軽減でき、結果的に装置全体の小形軽量化に資するものとなる。

なお、分離膜 102a の性能は、一般に被分離ガスの透過量  $Q$  をもって表され、そのガスの透過係数を  $P$ 、膜面積を  $S$ 、膜厚さを  $l$ 、高圧側のガス分圧を  $P_{IN}$ 、低圧側のガス分圧を  $P_{OUT}$  として

$$Q = P S (P_{IN} - P_{OUT}) / l \quad \dots (1)$$

で与えられることが知られている。この式が明か

— 3 —

な差圧が作用することにより該分離膜 102a の破損を招き易くなる点、コンプレッサ 104 や真空ポンプ 105 を装備することにより装置が大掛りになる点等が挙げられる。

本発明は、以上のような問題点に着目してなされたものであって、簡単な構造により、これらを有効に解決することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、かかる目的を達成するために、次のような手段を講じたものである。

すなわち、本発明の航空機用空気再生装置は、機内空気を循環させる循環系路と、この循環系路に介設され少なくとも  $O_2$  に比してより多量の  $CO_2$  を高圧側から低圧側を選択分離する機能を有した分離器と、この分離器の低圧側に接続され分離した  $CO_2$  濃度の高い空気を機外に放出する排気系路とを具備してなり、前記分離器の高圧側から流出した  $O_2$  濃度の高い空気を循環系路を通じて再度機内に供給し得るように構成されたものにおいて、前記分離器の低圧側に、機外の自然空気

— 5 —

すように、透過量  $Q$  を増大させるためには分離膜 102a に作用する差圧 ( $P_{IN} - P_{OUT}$ ) を大きくとることが必要で、このために、図示構成では高圧側 102H をコンプレッサ 104 で加圧し、低圧側 102L を真空ポンプ 105 で吸引する構成になっている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、以上の構成を実際に適用すると、運転開始後、時間が経つにつれて  $CO_2$  の除去効率が低下する不具合を来す。本発明者がその原因について検討したところ、分離膜 102a を透過した大量の  $CO_2$  が分離器 102 内の低圧側 102L に溜まり、次第に分離膜 102a の低圧側 102L の  $CO_2$  濃度が高まることになり、 $P_{OUT}$  が増大して差圧が低減していることが明らかになった。また、これに付随する不具合として、低圧側 102L を真空排気するために該低圧側 102L における  $O_2$  分圧が低下し、その結果高圧側 102H の有用な  $O_2$  が必要以上に分離膜 102a を透過してしまう点を始め、分離膜 102a に大き

— 4 —

流を導入するための外気導入系路を接続したことを特徴としている。

〔作用〕

分離器の高圧側には  $CO_2$ 、 $O_2$ 、 $N_2$  を主成分とする機内空気が導入され、低圧側には  $O_2$ 、 $N_2$  を主成分とし、 $CO_2$  のほとんど含まない機外の自然空気流が導入される。具体的には、 $N_2$  : 78%、 $O_2$  : 21% に対し、 $CO_2$  : 0.03% 程度である。そして、機内空気が与圧されているのに対し、機外空気は相対的に低圧であるから、この状態で分離膜に差圧が作用する。これにより、高圧側から低圧側に主として  $CO_2$  が透過し、低圧側に移った  $CO_2$  は滞留することなく自然空気流によって排気系路から機外に放出される。一方、 $CO_2$  を除去されて高圧側から流出した  $O_2$  濃度の高い空気は再び機内に供給されて呼吸用空気として利用される。

しかして、この構成では運転開始から時間が経過しても分離膜の低圧側における  $CO_2$  濃度が上昇するようなことはなくなる。このため、 $CO_2$

— 6 —

分圧に関し、高圧側との間に常に所要の差圧を確保し、透過を促進させることができる。しかも、このために低圧側を真空排気することは一切必要なくなる。

また、低圧側を真空排気しない場合には、低圧側における $O_2$ 分圧が増大することになる。このため、 $O_2$ 分圧に関し、逆に高圧側との間の差圧が低減され、その結果、循環系路内の $O_2$ に対する透過抑止作用が働くことになる。

#### [実施例]

以下、本発明の一実施例を第1図および第2図を参照して説明する。

この空気再生装置は、例えば民間航空機に適用されるもので、搭乗者aを収容するキャビン1の空気Aを図示しないブロー等によって吸い込み、これを循環させて再度キャビン1に供給すべく循環系路2を配設している。そして、この循環系路2に、フィルタ3と、分離器4とを介設している。フィルタ3は、微少な塵や埃（タバコの煙等）を除去できる濾過機能を備えたものが用いられる。

— 7 —

低圧側 $4_L$ に導入されたラムエアBを、その流速をなるべく損なわないようにして機外に放出し得るように設けている。

なお、循環系路2の帰還途中には、ミキシングバルブ等を介して $O_2$ ポンベ7が接続しており、分離器4で回収された $O_2$ に新たに所要量の $O_2$ を加えて、これをキャビン1に移送できるようにしている。

しかして、図示再生装置を運転しつつ飛行が行われると、搭乗者aの呼吸によって次第にキャビン1内の $CO_2$ 濃度が上昇し、その空気Aが断続的にフィルタ3で浄化された後、分離器4の高圧側 $4_H$ に導入される。その成分は $CO_2$ 、 $N_2$ 、 $O_2$ が主体をなす。一方、分離器4の低圧側 $4_L$ には $N_2$ 、 $O_2$ を主体とするラムエアBが流通し、このラムエアBは滞ることなく排気系路5を通じて機外に吹き抜けている。ラムエアB中の $CO_2$ 濃度は殆ど無きに等しい（350ppm程度）。また、機内空気Aが与圧されているのに対し、ラムエアBは相対的に低圧にあり、これらを導入する

分離器4は、模式的には図示のようにチューブ状の分離膜4aを備えたもので、実際にはそれらの分離膜4aが多数束ねられた構造をなしている。この分離膜4aの素材には少なくとも $O_2$ に対する透過係数が小さく $CO_2$ に対する透過係数が大きいもの、例えばポリジメチルシロキサンが用いられる。ポリジメチルシロキサンの透過係数は、概ね知られているところ、 $O_2 : CO_2 = 1 : 5.3$ である。この分離膜4aの膜内が循環系路2と接続され、高圧側 $4_H$ となる。また、この分離膜4の膜外は、低圧側 $4_L$ として排気系路5に接続されている。排気系路5は他端を機外に開放されている。

このように構成されるものにおいて、本実施例では前記分離器4の低圧側 $4_L$ に機外の自然空気流（ラムエア）Bを導入するための外気導入系路6を接続している。この外気導入系路6は導入端を機外に開口し、ラムエアBの流速が極端に損なわれないようにして低圧側 $4_L$ に導き得るようになっている。また、排気系路5にあっても同様で、

— 8 —

ことで分離膜4aにはある程度の差圧が作用することになる。これにより、高圧側 $4_H$ から低圧側 $4_L$ に既述した(1)式に従って $CO_2$ が透過し、低圧側 $4_L$ に移った $CO_2$ は滞留することなくラムエアBとの混合流Cとなって排気系路5から機外に放出される。一方、高圧側 $4_H$ から流出した $O_2$ 濃度の高い空気Dは、途中 $O_2$ ポンベ7から新たに供給される $O_2$ と合流し、新鮮空気Eとなって再びキャビン1内に移送され、搭乗者aの呼吸用空気として利用される。

しかして、このような構成によると、運転開始から時間が経過しても分離器4の低圧側 $4_L$ に $CO_2$ が滞留するようなことがなく、 $CO_2$ 分圧に関し、常に高圧側 $4_H$ との間に所要の差圧を確保しておくことができる。このため、分離膜4aでは終始安定した透過量Qを生じ、その結果 $O_2$ ポンベ7からの $O_2$ 供給量が低減されてポンベ搭載量を少なくすることができる。

また、 $O_2$ 分圧に着目すると、分離器4の低圧側 $4_L$ にラムエアB中の $O_2$ が導入されるため、

— 9 —

— 10 —

逆に高圧側  $4_H$  との差圧が低減することになる。このため、(1) 式によると循環系路 2 内の  $O_2$  が分離膜 4 a を透過する比率が低減することになり、有用な  $O_2$  を廃棄せずより多量に再生利用し得るものとなる。

ここに、第 2 図は第 1 図に示した構成による一実験結果を示すものである。S を膜面積 [ $m^2$ ]、 $Q_2$  を透過量 [ $Nl/min$ ]、 $Q_{AIR}$  を低圧側  $4_L$  におけるラムエアの導入量 [ $Nl/min$ ]、 $Q_{BO}$  を乗員呼吸に必要な  $O_2$  を全てポンベから供給した場合の乗員一人当りの  $O_2$  ポンベ消費量 [ $Nl/min$ ] とし、横軸に比率  $Q_{AIR} / (Q_{AIR} + Q_2)$  をとり、縦軸に S または  $Q_{BO}$  をとっている（実線は S に関し、破線は  $Q_{BO}$  に関する。また、機内空気 A を分離器 4 に導入する際にコンプレッサで圧縮することとも試み、P R C はその場合の圧縮比を表している）。これらの測定条件は、飛行高度 40000 ft、キャビン供給ガス圧  $P_1 = 399$  [mmHg]、 $O_2$  濃度 58%、膜透過ガス圧  $P_2 = 141$  [mmHg]（＝ラムエア圧）、呼吸量 = 26.3 [ $Nl/min$ ]、

— 1 1 —

いても同様で、同図中破線に示すようにラムエア導入量  $Q_{AIR}$  が増すほど必要な  $O_2$  ポンベ供給量が低減され、 $O_2$  ポンベ供給量が一定ならラムエア導入量  $Q_{AIR}$  を増すことによってコンプレッサを不要にすることができる。

以上、本発明の一実施例について説明したが、各部の構成は図示例に限定されない。例えば、分離膜の素材は  $O_2$  に対する  $CO_2$  の分離比率が高いものであれば他のものを適宜使用することもできる。また、コンプレッサで機内空気を圧縮した場合は帰還途上にある  $O_2$  濃度の高い空気を降圧させる等、実用上の変形は随所多様に行われるものである。

#### [発明の効果]

本発明は、以上のように分離器の低圧側に機外の自然空気流を導入するための外気導入系路を接続し、該分離器において低圧側に透過した  $CO_2$  を滞留させることなく機外に放出するようにしているので、時間が経過しても  $CO_2$  濃度が上がって透過量が低下するということがなくなり、長時

供給ガスの  $CO_2$  濃度  $\leq 0.3\%$  としている。

この実験結果が示すように、低圧側  $4_L$  に占めるラムエア導入量  $Q_{AIR}$  の割合が増すほど（1 に近づくほど）、膜面積 S が小さくても予め設定した所要の透過ガス圧  $P_2$  の下で  $CO_2$  の所要量を除去することことができるようになる。膜面積 S が一定であれば、ラムエア導入量  $Q_{AIR}$  が増すほど機内空気 A をさほどコンプレッサせずとも所要の透過ガス圧  $P_2$  の下で  $CO_2$  の所要量を除去できるようになる。このため、本実施例によると、従来  $CO_2$  の分離を促進するために備えていた真空ポンプ等の排気手段が不要となり、その動力も与える必要がなくなるだけでなく、真空排気を行う程の差圧を分離膜 4 a に作用させる必要がなくなるため、膜の破損を防いで寿命を増大させることができるものとなる。さらには、膜面積 S を小さくして膜モジュールを小型軽量化し、或いはコンプレッサを小型化若しくは除去できる等、様々な点でメリットが得られるものとなる。

また、このような特性は  $O_2$  ポンベ供給量につ

— 1 2 —

間の使用にも支障を来たさないものとなる。また、これによって低圧側の  $O_2$  分圧が高められるため、 $O_2$  は分離膜をより透過し難くなり、その結果、循環系路内を流通する有用な  $O_2$  が  $CO_2$  に随伴して廃棄されることを有効に防止し得るものとなる。さらに、所要の透過量を得るために分離器の低圧側を真空ポンプで吸引し、或いは高圧側を大きく昇圧すること等が殆ど不必要になるので、周辺設備の小型簡略化と分離膜の延命効果とが得られるものとなる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図および第 2 図は本発明の一実施例を示し、第 1 図は概略的な構成説明図、第 2 図は実験結果を示すグラフである。また、第 3 図は従来例を示す第 1 図相当の構成説明図である。

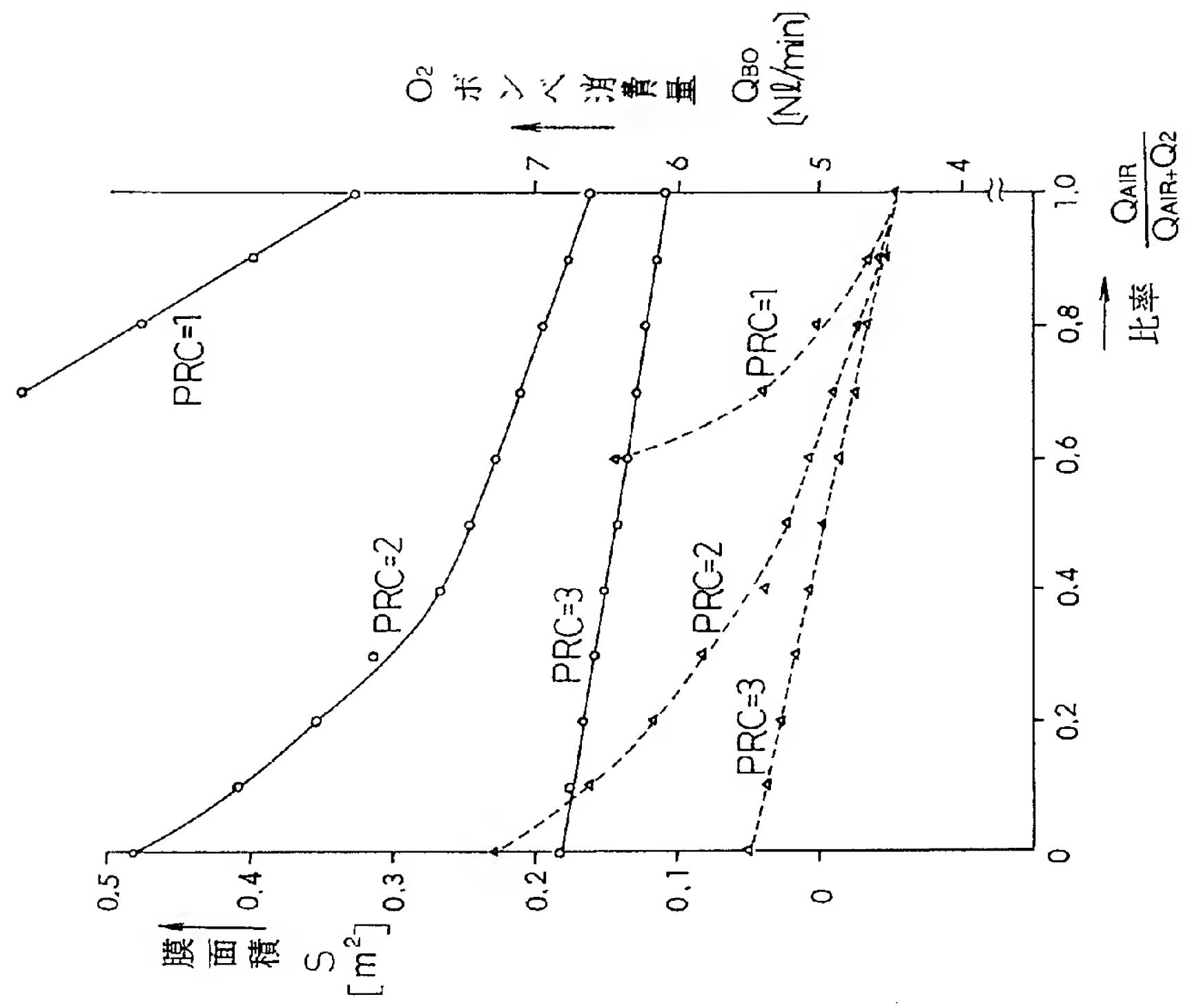
- |             |             |
|-------------|-------------|
| 2 … 循環系路    | 4 … 分離器     |
| $4_H$ … 高圧側 | $4_L$ … 低圧側 |
| 5 … 排気系路    | 6 … 外気導入系路  |

代理人 弁理士 赤澤一博

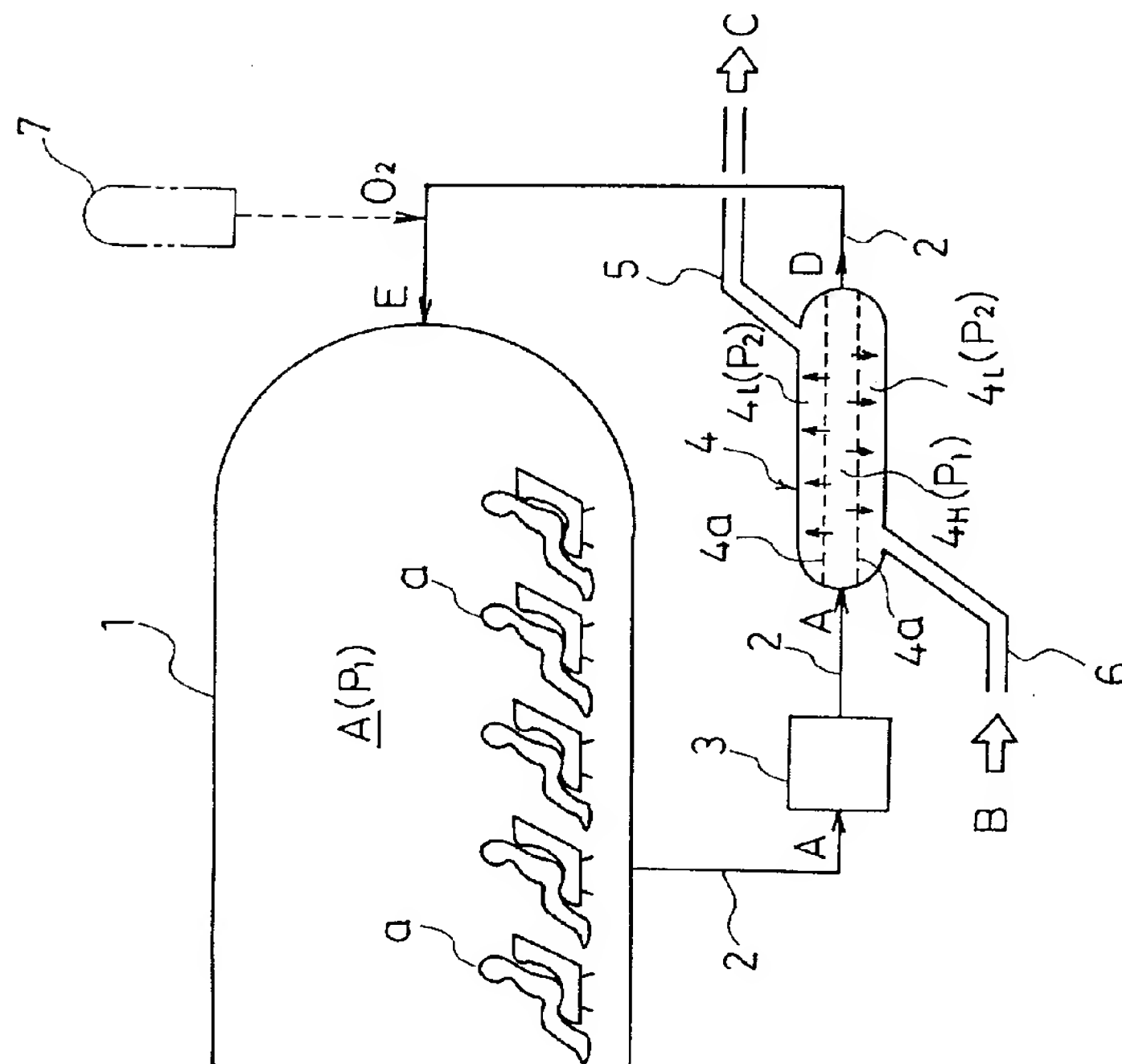
— 1 3 —

— 1 4 —

第 2 図



第 1 図





第 3 図

